



1985

bis



2009

## Umrüstung von alten Erdwärmesondenanlagen auf moderne Wärmepumpen

Dr.-Ing. Klaus F. Stärk Untersiggenthal/Schweiz

Münzen/Pfennig-Vorderseite\_ps.jpg

Münzen/Cent-Vorderseite\_ps.jpg



## Gliederung



- Energiequelle Erdreich
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Bestands- und Verbrauchsanalyse
- Messungen 1985 bis 2009
- Umbau auf neue Wärmepumpe 2008
- Optimierungen (Was kann man tun?)
- Folgerungen und Ausblick

Münzen/Pfennig-Vorderseite\_ps.jpg

Münzen/Cent-Vorderseite\_ps.jpg



## Gliederung



- Energiequelle Erdreich
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Bestands- und Verbrauchsanalyse
- Messungen 1985 bis 2009
- Umbau auf neue Wärmepumpe 2008
- Optimierungen (Was kann man tun?)
- Folgerungen und Ausblick



## Heizen und Kühlen



„kostenloser“  
Energiespeicher  
Untergrund

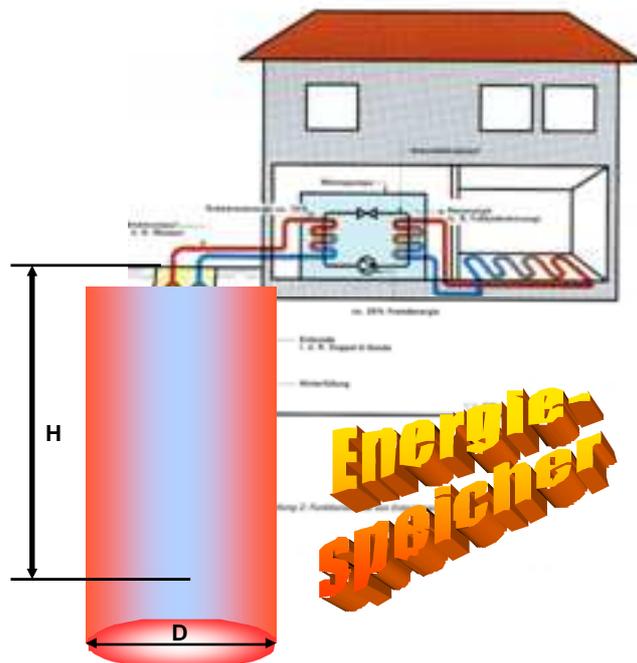
Nutzbares Volumen

$$2 \cdot H \cdot D^2 \pi / 4$$

6m Durchmesser D

2x60m Tiefe H

ca. 3400 m<sup>3</sup> !!





# Erd-“Wärme“



Wie bekommt man die Erd-“Wärme“ von  
ca. 12°C bis 0°C  
mit  
ca. 20°C bis 40°C in die Wohnung?

a) Solekreislauf in der EWS

b) Wasserkreislauf in der Heizung

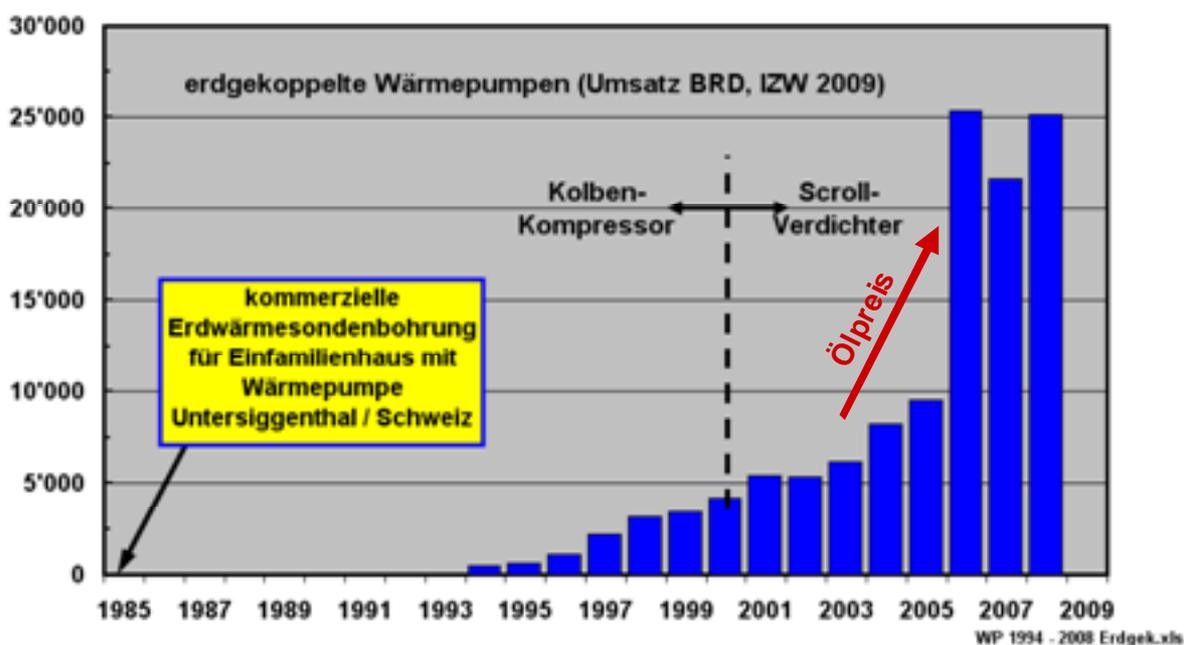
→ Wärmepumpe

Münzen/Pfennig-Vorderseite\_ps.jpg

Münzen/Cent-Vorderseite\_ps.jpg



## Wärmepumpenumsatz und Energiepreise





## Gliederung

- Energiequelle Erdreich
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Bestands- und Verbrauchsanalyse
- Messungen 1985 bis 2009
- Umbau auf neue Wärmepumpe 2008
- Optimierungen (Was kann man tun?)
- Folgerungen und Ausblick



## Verbrauch bzw. Wirkungsgrad



„realitätsnah“

	<b>Auto</b> Verbrauch (l/100km)	<b>WP*+EWS</b> Wirkungsgrad (%)	
	<b>6</b>	<b>450</b>	
<b>?</b>	<b>7</b>	<b>420</b>	<b>COP</b>
	<b>9</b>	<b>380</b>	<b>↓</b>
	<b>10</b>	<b>370</b>	<b>JAZ</b>

\*SCROLL-Kompressor



# Jahresarbeitsziffer JAZ



**Wärmemenge**

**Stromverbrauch**



**kWh**

Neo Vac-04.jpg

**:**



**kWh**

Stromzähler.jpg

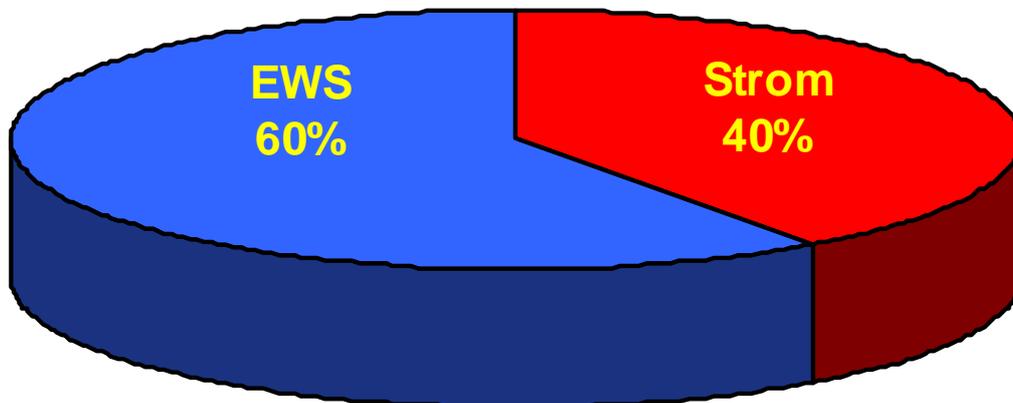
**= JAZ**



## Änderung der EWS- Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



**Heizleistung  
Jahresarbeitsziffer 2.5**

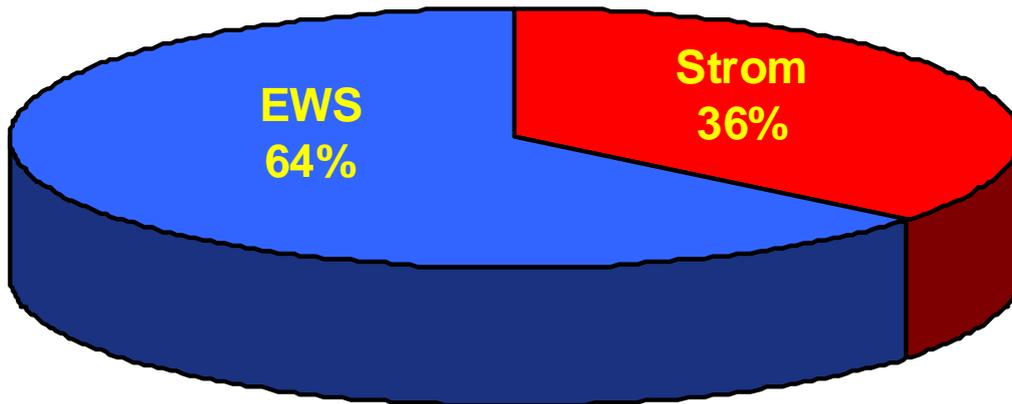




## Änderung der EWS- Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



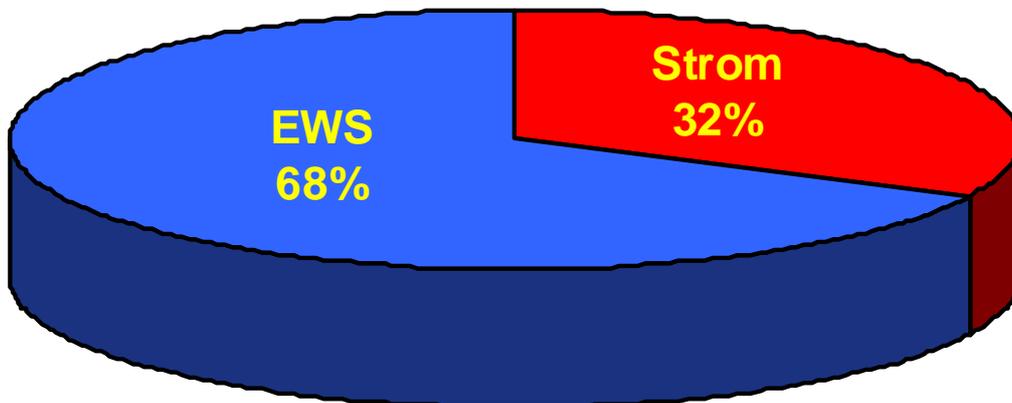
Heizleistung  
Jahresarbeitsziffer 2.8



## Änderung der EWS- Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



Heizleistung  
Jahresarbeitsziffer 3.1

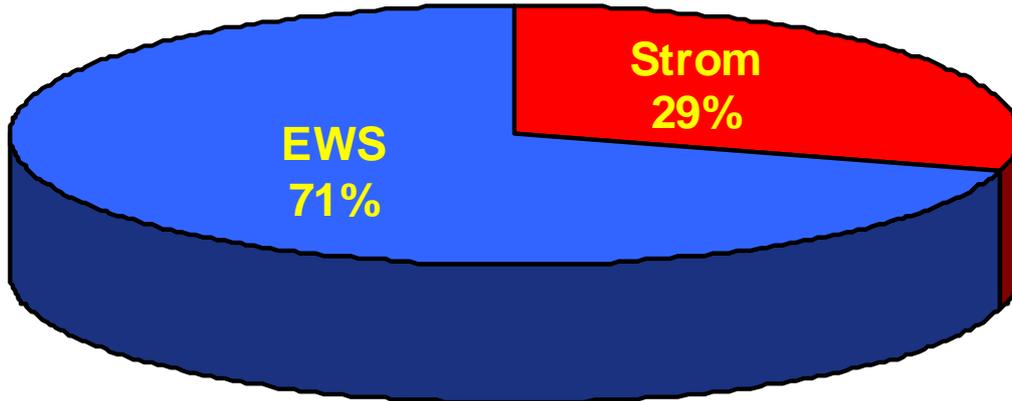




## Änderung der EWS- Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



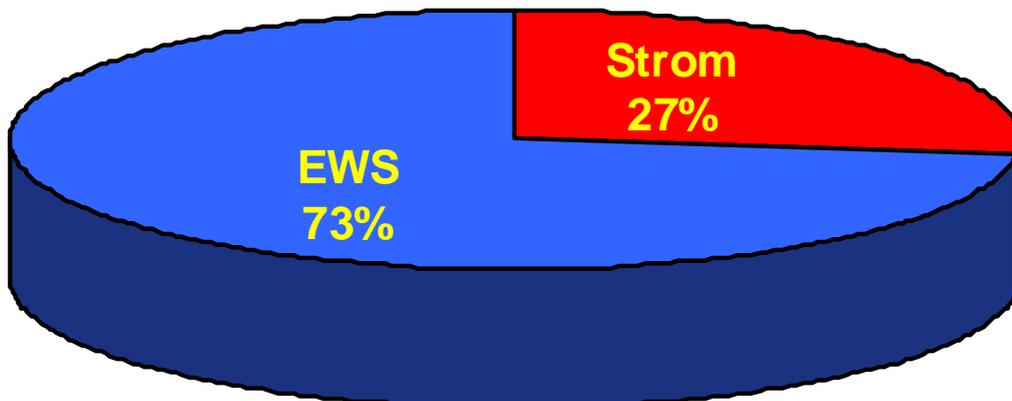
Heizleistung  
Jahresarbeitsziffer 3.4



## Änderung der EWS- Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



Heizleistung  
Jahresarbeitsziffer 3.7

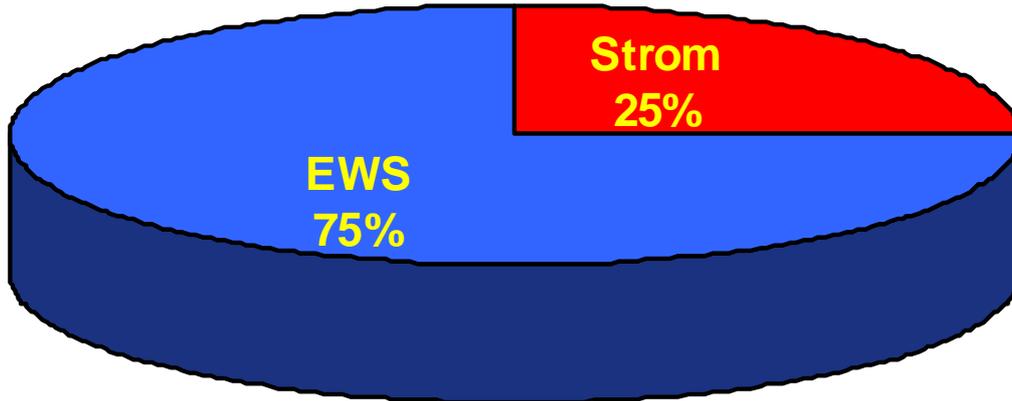




## Änderung der EWS- Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



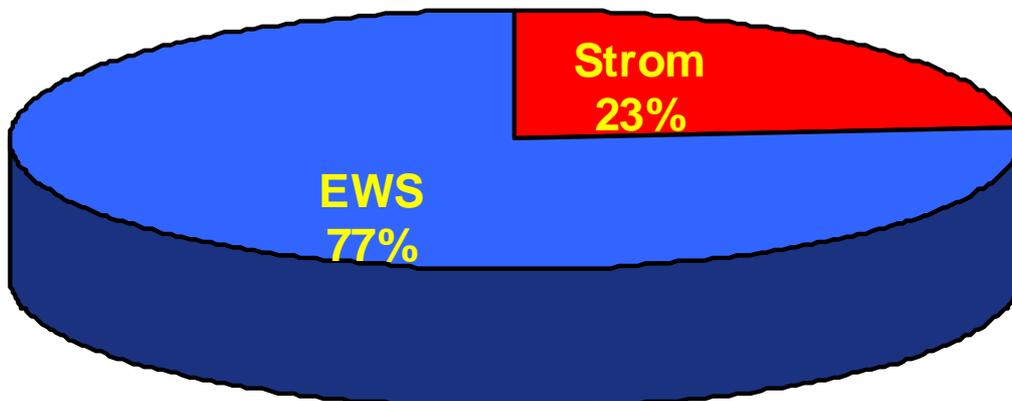
Heizleistung  
Jahresarbeitsziffer 4.0



## Änderung der EWS- Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



Heizleistung  
Jahresarbeitsziffer 4.3

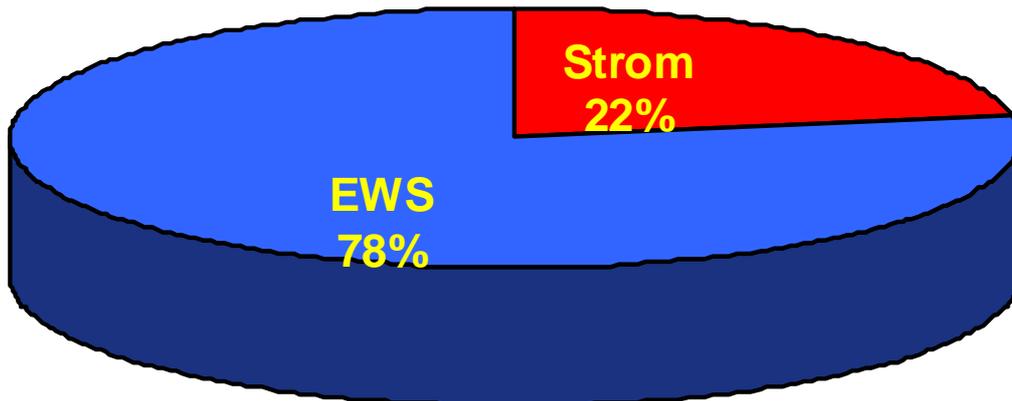




## Änderung der EWS- Belastung in Abhängigkeit von der JAZ



Heizleistung  
Jahresarbeitsziffer 4.5



Grösserer Wirkungsgrad der WP = höhere Belastung der EWS



## Gliederung

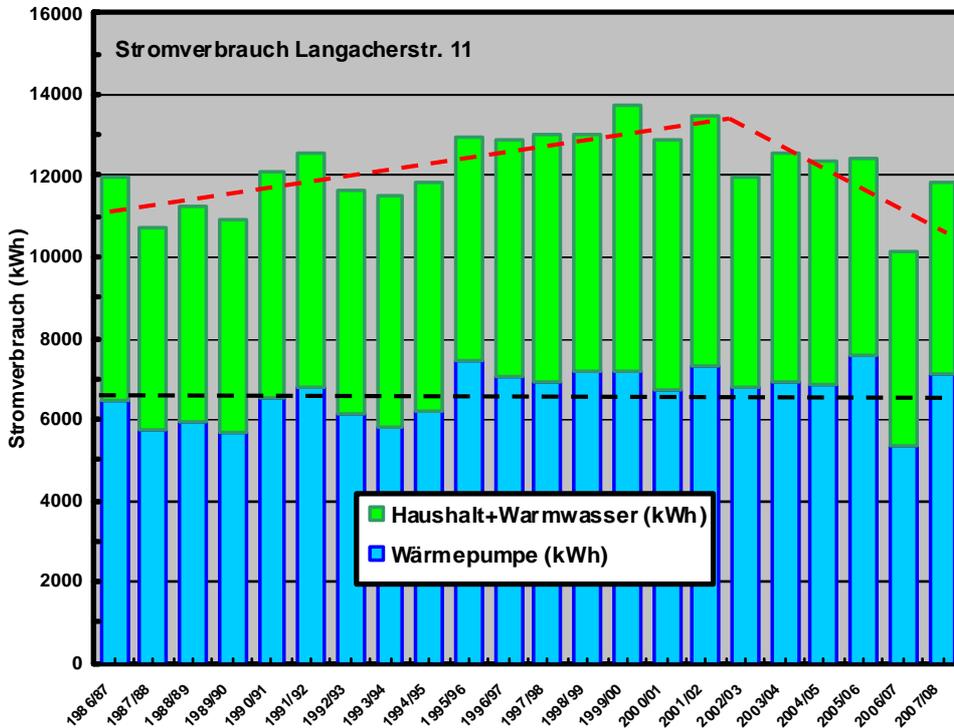


- Energiequelle Erdreich
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Bestands- und Verbrauchsanalyse
- Messungen 1985 bis 2009
- Umbau auf neue Wärmepumpe 2008
- Optimierungen (Was kann man tun?)
- Folgerungen und Ausblick



# Stromverbrauch

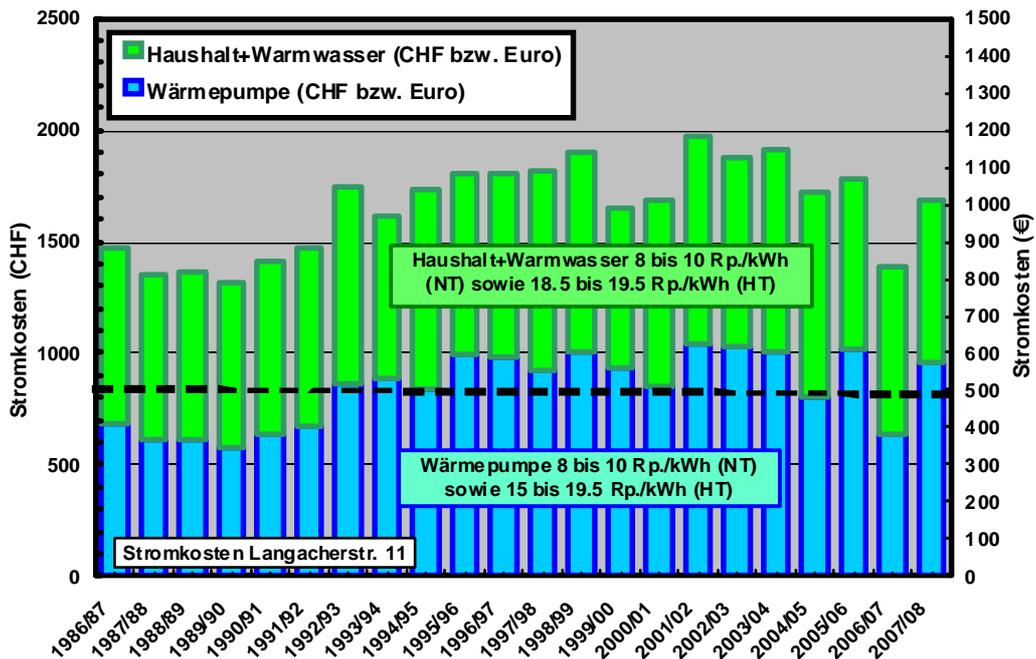
(Wärmepumpe mit Kolbenkompressor)  
JAZ ca. 2.7



Stromverbrauch.xls



# Energiekosten



Stromverbrauch.xls



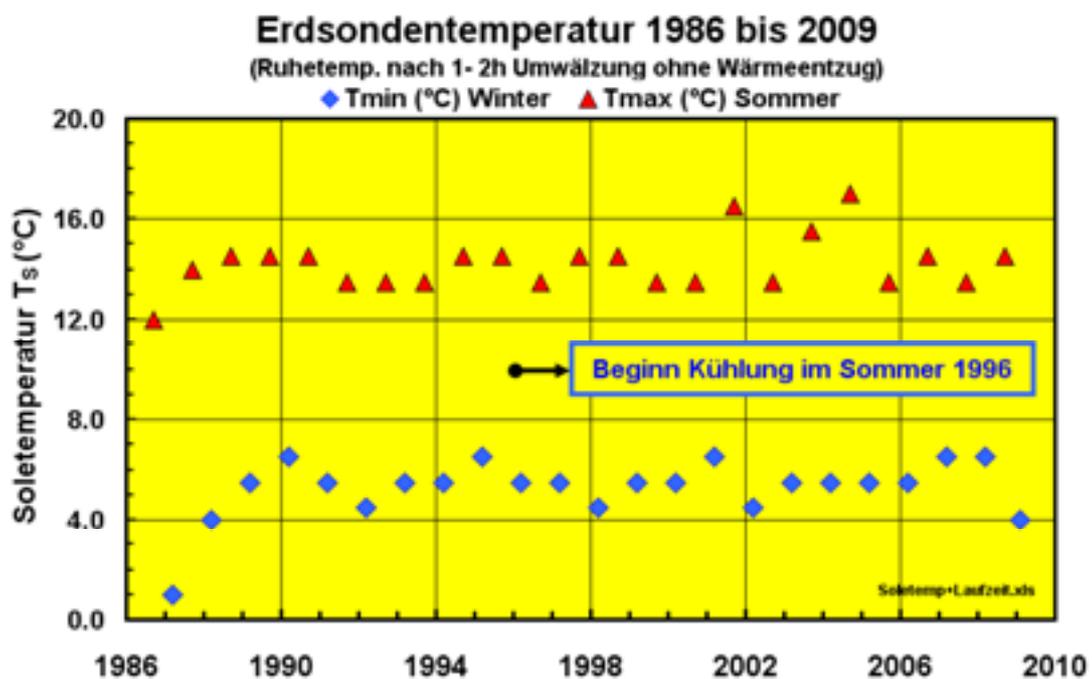
## Gliederung



- Energiequelle Erdreich
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Bestands- und Verbrauchsanalyse
- Messungen 1985 bis 2009
- Umbau auf neue Wärmepumpe
- Optimierungen (Was kann man tun?)
- Folgerungen und Ausblick



## Langzeitstabilität

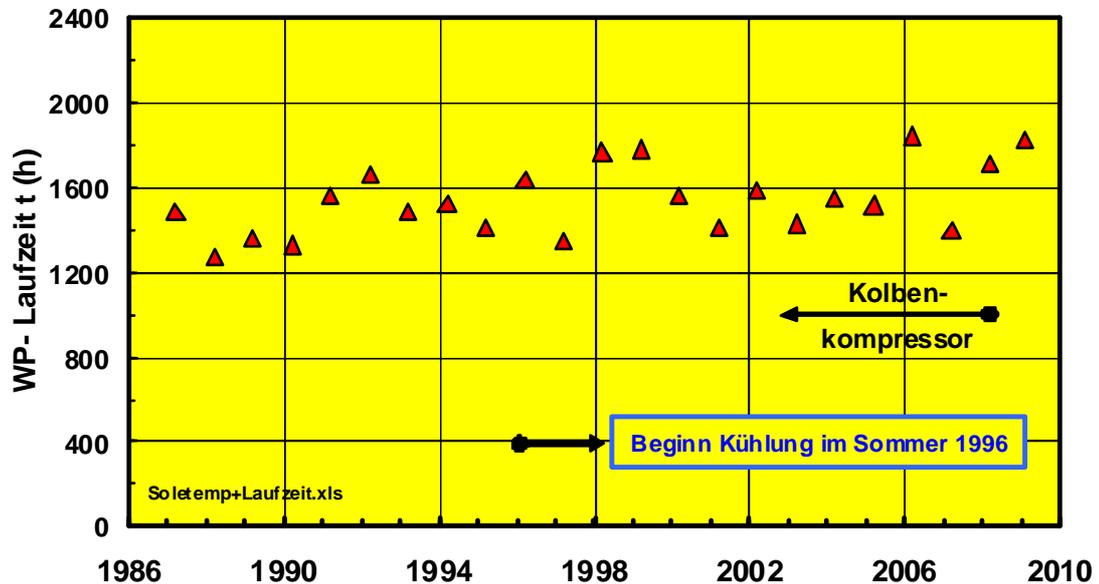




## Wärmepumpenlaufzeiten



Wärmepumpenlaufzeit pro Heizperiode  
1986 bis 2009 (Mittelwert 1543h)



So let emp+L.aufzeit.xls



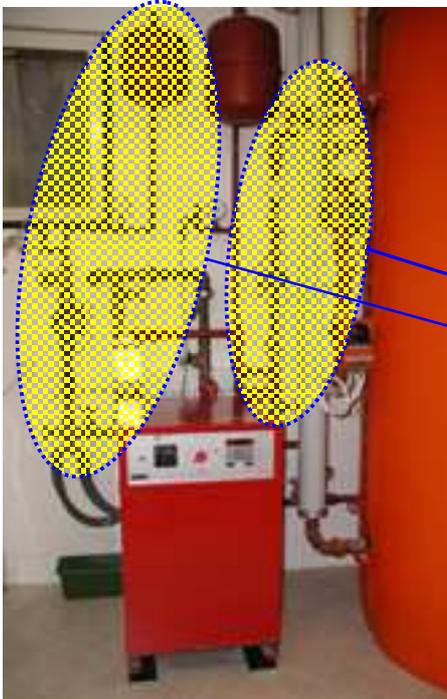
## Gliederung



- Energiequelle Erdreich
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Bestands- und Verbrauchsanalyse
- Messungen 1985 bis 2009
- Umbau auf neue Wärmepumpe 2008
- Optimierungen (Was kann man tun?)
- Folgerungen und Ausblick



alte WP mit  
Kolben-Kompressor  
1985 - 2008



WP-Uebersicht.jpg

neue WP mit  
Scroll-Verdichter  
2008 - ????



alpha-in no Tec16.jpg



## alt und neu



	alte Wärmepumpe	neue Wärmepumpe
Verdichter	Kolben-Kompressor	Scroll-Kompressor
Kältemittel	R22	R407C
Lebensdauer (geschätzt)	15-20 Jahre	20-25 Jahre
Servicevertrag	nein	nein
Warmwassererzeugung	nein	nein
Direkte Kühlung	ja	ja
Pufferspeicher	1500 l	nein
Heizungsbedarf (100%)	11 kW *	11 kW *
Jahresarbeitsziffer JAZ	2.8 (Messung)	4 (Schätzung)
Wärmeanteil (elektrisch)	11/2.8= 3.9 kW (35%)	11/4= 2.8 kW (25%)
Wärmeanteil (Sonde)	11-3.9= 7.1 kW (65%)	11-2.8= 8.2 kW (75%)
Sondenlänge (gesamt)	2x(60m+10m)= 140 m	2x(60m+10m)= 140 m
Sondenbelastung	7100/140= 51 W/m	8200/140= 59 W/m
Stromverbrauch, ca.	7000 kWh	4900 kWh (-30%)
Photovoltaik-Fläche, ca.	7000/120= 60 m <sup>2</sup>	4900/120= 40 m <sup>2</sup>



# Vergleich 1985 und 2009



Wärmepumpe	1985	2009
Anlage	Einzelelemente, einfach	Komplettlösung, perfekt
Kompressor	Kolben-Kompressor	Scroll-Kompressor
Kältemittel	R22 (stark ozonschädlich)	R407C
Verrohrung	Eisen+Messing, nicht isoliert	rostfreier Stahl+Messing, isoliert
Schläuche	nicht isoliert	isoliert
Puffer-Speicher	1500 l	nein
Umwälzpumpe Sole	260 W (effektiv <b>200 W</b> )	UPS 25-80 (130/170) <b>180 W</b>
Umwälzpumpe Speicher	30/50/ <b>65 W</b> (eingest. <b>65 W</b> )	nein
Umwälzpumpe Heizung	80/ <b>110</b> /125 W (eingest. <b>110 W</b> )	UPS 25-60 (45/65) <b>90 W</b>
Direkte Kühlung (free cooling)	Eigenbau 1996	integriert
Regelung Direkte Kühlung	Eigenbau (Thermostat)	integriert
Zeitschaltuhr	Nachrüstung	integriert
Spülung der Heizkreisläufe	nein (Baujahr 1985)	ja
Überprüfung der Sole	nein (1985= 25% Äthylen-Glykol)	ja
Mischventil	ja	nein
Kosten	100%	ca. 200%

Karlsruhe Manuskript.doc



**1985**

**2009**



**?**  
**=**



**(100%)**

**(Teuerung)**

**(160%)**

Bundesamt für Statistik  
Schweiz

**Alles doppelt so teuer  
geworden?**



## Gliederung



- **Energiequelle Erdreich**
- **Wirkungsgrad von Wärmepumpen**
- **Bestands- und Verbrauchsanalyse**
- **Messungen 1985 bis 2009**
- **Umbau auf neue Wärmepumpe 2008**
- **Optimierungen (Was kann man tun?)**
- **Folgerungen und Ausblick**



## **Was kann man tun?**



- **Messen (Strom: Haushalt, Wasser, WP)**
- **Verbrauchsanalyse**
- **Nachisolieren (Isolation und Dichtheit)**
- **Kühlen (Regeneration der EWS)**
- **Warmwasser sep. erzeugen**
- **Laufzeiten optimieren**
- **Speicher zur Überbrückung der Sperrzeiten (1000 l  $\cong$  2h)**



## Gliederung



- Energiequelle Erdreich
- Wirkungsgrad von Wärmepumpen
- Bestands- und Verbrauchsanalyse
- Messungen 1985 bis 2009
- Umbau auf neue Wärmepumpe 2008
- Optimierungen (Was kann man tun?)
- Folgerungen und Ausblick



**Heizen**

**Kühlen**

## **Folgerungen**



- Heizung funktioniert problemlos seit 1985
- Direktkühlung funktioniert problemlos seit 1996
- ökologische Lösung (Umwelt)
- ökonomische Lösung (Kostenrechnung)
- Serviceaufwand sehr niedrig bzw. null
- Langzeit-Ergiebigkeit der Erdwärmesonden erwiesen



**Heizen**

**Kühlen**



## **Ausblick**

- 2008 Umbau auf neue Wärmepumpe erfolgreich
- Messprogramm für Heizsaison 2008/09 mit Wärmemengenzähler, sep. Stromzähler und Thermoelementen an allen Erdsondenrohren
- Neue Direkte Kühlung Sommer 2009
- Motivation: **Aus der Praxis für die Praxis**



**1985**

**bis**

**2009**

**Vielen Dank für Ihr Interesse!**

**Dr.- Ing. Klaus F. Stärk Untersiggenthal/Schweiz  
klaus.staerk@swissonline.ch**